

19 BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

Offenlegungsschrift

12 DE 199 22 794 A 1

51 Int. Cl. 6:
H 02 K 3/12
H 02 K 17/12

DE 199 22 794 A 1

30 Unionspriorität:

10-138755 20. 05. 98 JP
10-240294 26. 08. 98 JP
11-68747 15. 03. 99 JP

12 Erfinder:

Kato, Toshikazu, Kariya, Aichi, JP; Hayashi, Seiji, Kariya, Aichi, JP; Katase, Yoshio, Kariya, Aichi, JP

71 Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

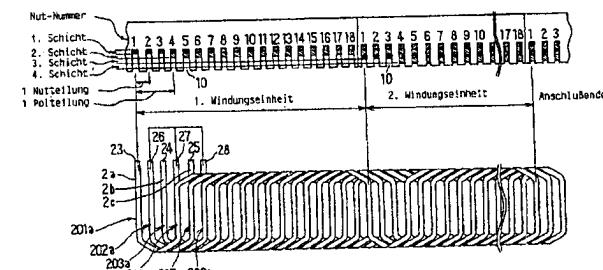
74 Vertreter:

R.A. Kuhnen & P.A. Wacker
Patentanwaltsgeellschaft mbH, 85354 Freising

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Drehstrommaschine und Verfahren zu ihrer Herstellung

57 Bei einer mehrphasigen Drehstrommaschine ist jede Phasenwicklung aus einem Paar von Halbphasenwicklungen (201a-206a) aufgebaut, die einen Anfangsendabschnitt (23-28), eine Vielzahl von in Serie geschalteten Wellenspuleinheiten und ein Verbindungsende (22b) aufweisen. Jede der Wellenspuleinheiten ist aus einem Paar von in der Nut verlaufenden Abschnitten (21) und ein Paar von Kreuzungsabschnitten (22) aufgebaut. Eines der Paare von Halbphasenwicklungen (201a-206a) wird auf dem anderen in radialer Richtung in der gleichen Nut angeordnet, wodurch ein Paar von Spulen je magnetischer Pol gebildet wird. Jeder Kreuzungsabschnitt (22) von einem der Paare von Halbphasenwicklungen (201a-206a) weist einen flachen U-förmig gefalteten Abschnitt (22a) auf, der auf einem der anderen Kreuzungsabschnitte (22) in radialer Richtung angeordnet ist, so daß die U-förmig gefalteten Abschnitte (22a) des Paars von Halbphasenwicklungen in radialer Richtung ausgerichtet werden können.



DE 199 22 794 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wellenwicklungsstatoraufbau eines Drehstrommaschinenstators und ein Verfahren zu seiner Herstellung.

Im allgemeinen benötigt eine dreiphasige Wellenwicklung einer elektrischen Drehstrommaschine mehr Platz für die Spulenenden als eine dreiphasige Schleifenwicklung, da die Überlappungs- bzw. Kreuzungsabschnitte der Wellenwicklung sich in axialer Richtung stapeln. Dies erhöht die Größe und die Stromwärmeverluste der elektrischen Drehstrommaschine.

Daher ist es eine Aufgabe der Erfindung, einen verbesserten Wicklungsaufbau einer elektrischen Drehstrommaschine zu schaffen, die eine mehrphasige Wellenwicklung aufweist.

Gemäß der Erfindung ist bei einer mehrphasigen elektrischen Drehstrommaschine jede der wellengewickelten Phasenwicklungen aus einem Paar Halbphasenwicklungen aufgebaut, die eine Polteilung auseinander liegen. Jede der Halbphasenwicklungen besitzt einen Anfangsendabschnitt, eine Vielzahl von seriell verbundenen Wellenspuleneinheiten und ein Verbindungsende, das mit demselben der anderen des Paares von Halbphasenwicklungen verbunden ist. Jede der seriell verbundenen Wellenspuleneinheiten weist ein Paar paralleler, in der Nut verlaufender Abschnitte und ein Paar geneigter Kreuzungsabschnitte auf, von denen jeder U-förmige, flach gefaltete Abschnitte aufweist. Das Paar von Halbphasenwicklungen ist in dem Statorkern befestigt, um sich in der radialen Richtung zu stapeln, so daß ein in der Nut verlaufender Abschnitt in einer Nut auf dem anderen liegt und ein Kreuzungsabschnitt, der von einer Nut ausgeht, in dem gleichen zylindrischen Raum wie ein anderer Kreuzungsabschnitt der nächsten Nut liegt. Der Verbindungsabschnitt kann eine Hälfte des letzten Kreuzungsabschnitts jeder Halbphasenwicklung aufweisen. Eine der seriell verbundenen Einschichtwicklungsseinheiten kann mit einer anderen über eine der U-förmig flach gefalteten Abschnitte, deren Faltrichtung unterschiedlich zu den anderen ist, verbunden werden. Eines der Anfangsenden einer der Phasenwicklungen kann mit einem Anfangsende einer anderen Phasenwicklung verbunden werden, um einen Null- bzw. Sternpunkt auszubilden.

Gemäß einem anderen Merkmal der Erfindung besteht ein Verfahren zur Herstellung eines Stators einer elektrischen Drehstrommaschine in folgenden Schritten (a) Ausbilden eines Leitereils zu einem Serienleiter aus einer Vielzahl von Sätzen eines geraden in der Nut verlaufenden Abschnittes und eines geneigten bzw. schräg verlaufenden Kreuzungsabschnitts, (b) Anordnen einer Anzahl von Serienleitern parallel an Nutteilungen, (c) Zurückfalten zuerst eines der Kreuzungsabschnitte jedes Serienleiters in einer Richtung an seiner Mitte, (d) dann Zurückfalten eines der Kreuzungsabschnitte jedes Serienleiters in der gleichen Richtung an seiner Mitte, (e) Wiederholen des Schrittes (d), um eine Vielzahl von Halbphasenwicklungen auszubilden, (f) Verbinden jedes Endes eines Paares von Halbphasenwicklungen, welche um eine Polteilung zueinander unterschiedlich liegen, um eine Phasenwicklung auszubilden, (g) Einfügen der in der Nut verlaufenden Abschnitte einer Anzahl von Phasenwicklungen in vorgeschriebene Nuten, so daß die in der Nut verlaufende Abschnitte einer des Paares von Halbphasenwicklungen auf den in der Nut verlaufenden Abschnitten der anderen des Paares von Halbphasenwicklungen zu liegen kommen. Die zweite Anzahl von Halbphasenwicklungen kann um die erste Anzahl von Halbphasenwicklungen herum gewickelt werden, so daß alle in der Nut verlaufenden Abschnitte und Kreuzungsabschnitte in einem zy-

lindrischen Raum an den einander gegenüberliegenden Enden des Statorkerns angeordnet werden können, welcher eine Dicke aufweist, die ungefähr doppelt so dick ist wie die des Leitungsteils.

5 Weitere Ziele, Merkmale und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung ebenso wie die Funktionen der betroffenen Teile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus einem Studium der folgenden detaillierten Beschreibung, den beigefügten Ansprüchen und der Zeichnung. Es zeigt

10 **Fig. 1** eine schematische Querschnittsseitenansicht einer elektrischen Drehstrommaschine mit einem Stator gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

15 **Fig. 2** eine Vorderansicht des Stators gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 3 einen Grundriß des Stators gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 4 eine fragmentarische perspektivische Ansicht des Stators gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 5 eine Statorwicklung des Stators gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 6 einen Herstellungsschritt der Statorwicklung des Stators gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 7 einen Herstellungsschritt der Statorwicklungen;

Fig. 8 einen Herstellungsschritt der Statorwicklungen;

Fig. 9 einen Herstellungsschritt der Statorwicklung;

Fig. 10 einen Herstellungsschritt der Statorwicklung;

Fig. 11 einen Herstellungsschritt der Statorwicklung;

Fig. 12 einen Herstellungsschritt der Statorwicklung;

Fig. 13 eine perspektivische Querschnittsansicht des Stators in einem Montageschritt gemäß der ersten Ausführungsform der Erfindung, die entlang einer Ebene senkrecht zu der Longitudinalachse geschnitten ist;

Fig. 14 eine schematische Zeichnung eines Herstellungsschritts des Stators;

Fig. 15 eine schematische Zeichnung eines Herstellungsschritts des Stators;

Fig. 16 eine schematische Zeichnung eines Herstellungsschritts einer Abwandlung des Stators gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 17 eine schematische Zeichnung eines Herstellungsschritts der Abänderung des Stators;

Fig. 18 einen Herstellungsschritt einer Statorwicklung eines Stators gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 19 einen Herstellungsschritt der Statorwicklung des Stators gemäß der zweiten Ausführungsform;

Fig. 20 einen Herstellungsschritt der Statorwicklung des Stators;

Fig. 21 einen Herstellungsschritt der Statorwicklung des Stators; und

Fig. 22 einen Herstellungsschritt der Statorwicklung.

Eine dreiphasige elektrische Maschine gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **15** beschrieben.

Wie in **Fig. 1** gezeigt, ist der elektrische Motor aus einem zylindrischen Vorderrahmen **100**, einem Rückenrahmen **101**, einem Statorkern **1**, einer Statorwicklung **2**, einem Rotor **5**, der von einer Welle **6** getragen wird, die an dem Vorder- und Rückenrahmen **100**, **101** über ein Lagerpaar abgestützt ist, aufgebaut. Der Statorkern **1** ist in der inneren Peripherie des Vorderrahmenkörpers **100b** eingepaßt. Eine Statorwicklung **2** weist Spulenenden **2d** auf, die sich axial von den einander gegenüber liegenden Enden des Statorkerns **1** wegragen. Die Vorder- und Rückenrahmen **100**, **101** haben 60 keine Kühlungsfenster, um Wasser oder Fremdpartikel auszuschließen, wodurch ein elektrisches Leck von den Spulenenden **2d** auch dann verhindert wird, wenn deren Isolationsschicht beim Ausbilden der Spulenenden beschädigt wird.

In den **Fig.** 2 bis 4 ist der Statorkern 1 ein zylindrischer geblechter Stapel von elektrischen Stahlblechen, der eine Vielzahl von Schlitzten bzw. Nuten 10 aufweist, die an dem inneren Umfang ausgebildet sind. Eine in Stern geschaltete Dreiphasenstatorwicklung 2 wird in die Nuten 10 eingelegt, die jeweils durch Isolatoren 3 von dem Statorkern 1 isoliert sind, und wird durch eine Vielzahl von Keilen 4 darin zurückgehalten.

Wie in **Fig.** 5 gezeigt, ist die Statorwicklung 2 aus drei Phasenwicklungen 2a, 2b, 2c aufgebaut. Die Phasenwicklung 2a weist ein Paar von ersten und vierten Halbphasenwicklungen 201 und 204 auf, die in den Nuten 10 angeordnet sind und welche eine Polteilung auseinanderliegen. Die Phasenwicklung 2b weist ein Paar von dritten und sechsten Halbphasenwicklungen 203 und 206 auf, welche eine Polteilung auseinanderliegen und die Phasenwicklung 2c weist ein Paar von zweiten und fünften Halbphasenwicklungen 202 und 205 auf, welche eine Polteilung auseinanderliegen. Die Statorwicklung 2 setzt sich ferner aus einer ersten Schichtwicklungseinheit, die in der ersten und zweiten Schicht der Nuten angeordnet ist, und einer zweiten Schichtwicklungseinheit zusammen, die in der dritten und vierten Schicht der Nuten angeordnet ist.

Jede der Halbphasenwicklungen 201 bis 206 ist aus einer Anzahl von Reihen von Wellenspuleneinheiten, die aus jeweils einem Paar von geraden, in der Nut verlaufenden Abschnitten 21 und einem Paar geneigter Kreuzungsabschnitten 22 gebildet sind, die benachbarte in der Nut verlaufende Abschnitte 21 verbinden, und aus Anfangsenden 23 bis 28, aufgebaut.

Die in der Nut verlaufenden Abschnitte 21 sind in den Nuten derartig angeordnet, daß einer der benachbarten Abschnitte 21 einer jeden Halbphasenwicklung 201 bis 206 in der Nut 10 drei Nutteilungen oder um einen elektrischen Winkel von 180° entfernt von der Nut untergebracht ist, wo die anderen der benachbarten Abschnitte 21 der gleichen Halbphasenwicklung untergebracht sind. Mit anderen Worten, jeder aller zweiten in der Nut verlaufende Abschnitte 21, welcher der zweite von den Anfangsenden 23 bis 28 aus ist, wird in der Nut eine Polteilung oder einen elektrischen Winkel von 180° entfernt von der Nut angeordnet, wo der entsprechende der ersten in der Nut verlaufenden Abschnitte 21 der gleichen Halbphasenwicklung ist; jeder aller dritten in der Nut verlaufenden Abschnitte 21 wird in der Nut eine Polteilung entfernt von der Nut angeordnet, wo der entsprechende der zweiten Abschnitte 21 der gleichen Halbphasenwicklung ist; jeder aller vierten in der Nut verlaufenden Abschnitte 21 wird in der Nut eine Polteilung entfernt von der Nut angeordnet, wo ein entsprechender der dritten Abschnitte 21 der gleichen Halbphasenwicklung ist; und jeder der n-ten Abschnitte 21 wird in der Nut eine Polteilung entfernt von der Nut, wo ein entsprechender der (n-1)-ten Abschnitte 21 der gleichen Halbphasenwicklung ist, untergebracht.

Nachfolgend seien in der Statornut verlaufende Abschnitte einer Halbphasenwicklung vereinfachend als "Nutabschnitte" bezeichnet.

Weiter wird der erste Nutabschnitt 21 der zweiten Halbphasenwicklung 202 in der Nut angeordnet, die benachbart zu der Nut ist, wo der erste Nutabschnitt 21 der ersten Halbphasenwicklung 201 angeordnet ist; der erste Nutabschnitt 21 der dritten Halbphasenwicklung 203 wird in der Nut angeordnet, die zu der Nut benachbart ist, wo der erste Nutabschnitt der zweiten Halbphasenwicklung 202 angeordnet ist; der erste Nutabschnitt 21 der vierten Halbphasenwicklung 204 wird in der Nut angeordnet, die benachbart zu der Nut ist, wo der erste Nutabschnitt der dritten Halbphasenwicklung 203 angeordnet ist; der erste Nutabschnitt 21 der fünften

Halbphasenwicklung 205 wird in der Nut angeordnet, die benachbart zu der Nut ist, wo der erste Nutabschnitt der vierten Halbphasenwicklung 204 angeordnet ist; und der erste Nutabschnitt 21 der sechsten Halbphasenwicklung 206 wird in der Nut angeordnet, die benachbart zu der Nut ist, wo der erste Nutabschnitt 21 der zweiten Halbphasenwicklung 202 angeordnet ist. Somit wird jeder der zweiten, dritten und n-ten Nutabschnitte 21 einer m-ten Halbphasenwicklung in der Nut angeordnet, die benachbart zu der Nut ist, wo der entsprechend nummerierte Nutabschnitt der (m + 1)-ten Halbphasenwicklung angeordnet ist. Es ist festzuhalten, daß der erste Nutabschnitt 21 der vierten Halbphasenwicklung 204 und der zweite Nutabschnitt 21 der ersten Halbphasenwicklung 201 in der gleichen Nut angeordnet sind; und der zweite Nutabschnitt 21 der vierten Halbphasenwicklung 204 und der dritte Nutabschnitt der ersten Halbphasenwicklung 201 in der gleichen Nut angeordnet sind. Das heißt, Nutabschnitte 21 der m-ten Halbphasenwicklung und (m + 3)-ten Halbphasenwicklung werden in den gleichen Nuten angeordnet.

Kreuzungsabschnitte 22 sind an einem Ende des Statorkerns 1 in einer Umfangsrichtung und am anderen Ende in der anderen Umfangsrichtung geneigt. Jeder Überkreuzungsabschnitt 22 ist in seiner Mitte zurückgefaltet, um einen flachen U-förmigen Schichtabschnitt 22a auszubilden, welcher doppelt so dick ist wie der Nutabschnitt 21. Entsprechend ist ein Ende 22a1 eines U-förmigen Schichtabschnitts 22a relativ zu dem anderen Ende 22a2 radial um eine Dicke eines Kreuzungsabschnitts 22 verschoben, wie es in **Fig.** 3 gezeigt ist. Die Statorwicklung 2 ist so entworfen, daß jedes Spulenende 2d mit den anderen in Umfangsrichtung nicht überlappend angeordnet sind. Folglich werden die Halbphasenwicklungen 201-206 prägnant im Statorkern 1 angeordnet, wie es in **Fig.** 3 gezeigt ist. Mit anderen Worten, das Spulenende einer Phasenwicklung kann innerhalb eines zylindrischen Bereichs angeordnet werden, der doppelt so dick wie das Leitersegment ist.

Die Anfangsenden 21, 22, 23 werden jeweils mit Ausgangsanschlüssen verbunden und die Anfangsenden 26, 27, 28 werden zusammengeschaltet, um einen Nullpunkt bzw. Sternpunkt zu bilden.

Im folgenden wird ein Herstellungsverfahren für eine dreiphasige Stator-Wellenwicklung für einen Motor beschrieben, der einen Stator mit 18 Nuten und einen Rotor mit sechs Polen aufweist.

Sechs Leitersegmente 201-206 werden zickzackförmig gebogen, so daß jedes der Leitersegmente zwölf Reihen von geraden Nutabschnitten 21 und im Winkel von ungefähr 60° geneigte Kreuzungsabschnitten 22 ausbildet, und werden mit gleichen Teilungen, die den Nutteilungen entsprechen, nebeneinander gesetzt, wie in **Fig.** 6 gezeigt ist.

Wie in **Fig.** 7 dargestellt, sind die ersten Kreuzungsabschnitte 22, die von den Anfangsenden 23-28 als erstes liegen, an der ersten Mittellinie L1-L1 der Kreuzungsabschnitte 22 zurückgefaltet. Entsprechend kommen die ersten Nutabschnitte 21 der vierten, fünften und sechsten Halbleitersegmente 204, 205, 206 unter den zweiten Nutabschnitten 21 der ersten, zweiten und dritten Leitersegmente 21 zu liegen. Danach sind die zweiten Kreuzungsabschnitte 22, die als nächstes zu den ersten Kreuzungsabschnitten 22 liegen, bei einer zweiten Mittellinie L2-L2 in derselben Faltungsrichtung wie oben zurückgefaltet. Entsprechend kommen die zweiten Nutabschnitte 21 der vierten, fünften und sechsten Leitersegmente 204, 205, 206 auf die dritten Nutabschnitte 21 der ersten, zweiten und dritten Leitersegmente 201, 202, 203, wie es in **Fig.** 8 gezeigt ist, zu liegen. Somit können die dritten Nutabschnitte 21 in der gleichen Schicht der Nuten wie die ersten Nutabschnitte 21 angeordnet wer-

den. Dann werden die dritten, vierten und fünften Kreuzungsabschnitte 22 bei der dritten, vierten und fünften Mittellinie fortlaufend in der gleichen Art und Weise zurückgefaltet, wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, bis die Anzahl an Faltungen eine Zahl erreicht (z. B.: 5), die um eins geringer ist als die Zahl (z. B.: 6) der Pole des Magnetfelds. Somit wird eine erste Schicht einer dreiphasigen Wicklung, die aus sechs Einschichtthalphasenwicklungen aufgebaut ist, ausgebildet. Jede dieser sechs Einschichtthalphasenwicklungen weist für jeden Pol Wicklungen mit zwei Windungen auf. Mit anderen Worten, zwei Nutabschnitte 21 werden in jeweils einer der 18 Nuten in zwei Schichten in radialer Richtung angeordnet.

Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, werden weiterhin die Kreuzungsabschnitte 22 an der nächsten (z. B. sechsten) Mittellinie L6-L6 mit der entgegengesetzten Faltungsrichtung zurückgefaltet, um eine zweite Schicht einer Dreiphasenwicklung zu bilden. Danach werden die siebten Kreuzungsabschnitte 22 an der siebten Mittellinie L7-L7 in der gleichen Faltungsrichtung wie der zweite Kreuzungsabschnitt zurückgefaltet. Somit werden die acht, neunten, zehnten und elften Kreuzungsabschnitte 22 an den entsprechenden Mittellinien aufeinanderfolgend in der gleichen Art und Weise wie die erste Schicht der Dreiphasenwicklung, zurückgefaltet, wodurch eine komplette Dreiphasenwellenwicklung ausgebildet wird, die aus sechs Halbphasenwicklungen 201a, 202a, 203a, 204a, 205a und 206a aufgebaut ist, wie es in **Fig. 5** gezeigt ist, von welcher jede Vierschichtspule für jeden Pol aufweist. Mit anderen Worten, vier Nutabschnitte 21 werden jeweils in einer der 18 Nuten in vier Schichten in radialer Richtung angeordnet.

Wie es in **Fig. 11** gezeigt ist, wird die Neigungsrichtung der letzten Kreuzungsabschnitte 22b der vierten, fünften und sechsten Leiterabschnitte 204, 205, 206 vorher umgekehrt, und alle letzten Kreuzungsabschnitte 22b werden an ihrer Mittellinie L12-L12 abgeschnitten.

Wie es in **Fig. 12** gezeigt ist, werden die letzten Kreuzungsabschnitte 22b zurückgefaltet und zusammenge schweißt. Danach werden die Anfangsenden 26, 27, 28 zusammen geschlossen, um einen Nullpunkt bzw. Sternpunkt auszubilden, womit eine dreiphasige Statorwicklung 2 vervollständigt ist. Vorzugsweise werden die gefalteten Abschnitte mit einem Isolationsmaterial wieder beschichtet, um Abschnitte der Halbphasenwicklungen zu isolieren, die bei dem Zurück falten der Kreuzungsabschnitte abgekratzt werden könnten. Dieser Schritt kann zu jeder Zeit nach dem Zurück falten der Kreuzungsabschnitte ausgeführt werden.

Wie es in einer perspektivischen Querschnittsansicht in **Fig. 13** gezeigt ist, ist der Statorkern 1 aus 18 Storteilien 11 aufgebaut, welche voneinander in Umfangsrichtung durch eine radiale Ebene, die sich durch die Mitte der Nut ausdehnt, getrennt sind, so daß die Zahl der Kernteile 11 der Zahl der Nuten entspricht. Die Statorwicklung 2 ist so geformt, daß sie zweifach gewickelt ist, so daß vier Nutabschnitte 21 in jeweils einer der Nuten eingelegt sind, die zwischen zwei Kernteilen 11 ausgebildet sind, und vorübergehend von einem Werkzeug gehalten und gedrückt werden, und Kernteile 11 werden mit einer Spannvorrichtung von der Außenseite so geschoben, daß alle Seitenoberflächen 11b der Kernteile 11 in Kontakt miteinander kommen, wie es in den **Fig. 14** und **15** gezeigt ist. Danach werden Kernteile 11 an Schnittstellen 11c ihres äußeren Umfangs verschweißt, um einen Statorauszubilden.

Eine Abänderung des Stators gemäß der ersten Ausführungsform wird in **Fig. 16** und **17** gezeigt. Jedes Kernteil 11 weist eine längere Kontakt oberfläche 11b als bei der vorhergehenden ersten Ausführungsform auf, wodurch der magne-

tische Widerstand des Statorkerns verringert wird. Die längere Kontakt oberfläche 11b jedes Kernteilstücks 11 dehnt sich radial nach außen und in Umfangsrichtung von ihrer linken Nutwand (oder rechten Zahnwand) aus, so daß die rechten Enden 11c an dem äußeren Abschnitt des benachbarten Kernteilstücks an dem Rücken der linken Nutwand (oder rechten Zahnwand) des benachbarten Kernteilstücks zu liegen kommt.

Ein Stator gemäß einer zweiten Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 18** bis **22** beschrieben.

Wie es in **Fig. 18** gezeigt ist, wird jeder einzelne Kreuzungsabschnitt der ersten bis sechsten Leitersegmente 201-206 in einer zu der ersten Ausführungsform ähnlichen Art und Weise getrennt zurück gefaltet, um Halbphasenwicklungen 201a-206a, auszubilden, von welcher jede ein Verbindungs ende 22b aufweist, das in der Mitte des sechsten Kreuzungsabschnitts (z. B. 2216) abgeschnitten ist. Danach werden alle Halbphasenwicklungen 201a-206a rund geformt, um leicht in die Nuten des Statorkerns eingefügt zu werden. Die Halbphasenwicklungen werden mit einem Isolationsmaterial abgedeckt. Jedoch können blanke Leitersegmente verwendet werden, wenn in diesem Stadium die Leitersegmente mit einem Isolationsmaterial beschichtet werden.

Wie in **Fig. 19** gezeigt, wird eine zweite Halbphasenwicklung 202 seitlich zu der ersten Halbphasenwicklung 201 angelegt, wobei die Kreuzungsabschnitte 2221, 2222, 2223, 2224, 2225 unter den Kreuzungsabschnitten 2211, 2212, 2213, 2214, 2215 der ersten Halbphasenwicklung 201 liegen. Danach wird die zweite Halbphasenwicklung 202 an dem Verbindungs ende 22b, wie durch einen Pfeil angedeutet, verdrillt, so daß der Kreuzungsabschnitt 2222 – und vorübergehend die Kreuzungsabschnitte 2223, 2224 und 2225 – der zweiten Halbphasenwicklung 202 auf den Kreuzungsabschnitt 2212 und vorübergehend auf die Kreuzungsabschnitte 2213, 2214 und 2215 gelegt werden, wie es in **Fig. 20** gezeigt ist. Die zweite Halbphasenwicklung 202 wird weiterhin, wie in **Fig. 21** und **22** gezeigt, verdrillt, bis alle Kreuzungsabschnitte 2221, 2222, 2223, 2224 und 2225 der zweiten Halbphasenwicklung 202 auf den Kreuzungsabschnitten 2211, 2212, 2213, 2214 und 2215 der ersten Halbphasenwicklung 201 zu liegen kommen.

Somit werden die dritte, vierte, fünfte und sechste Halbphasenwicklung 203-206 verdrillt und zusammengefügt, so daß alle Nutabschnitte 21 in gleichen, mit den Nutteilungen übereinstimmenden Intervallen angeordnet werden, so daß alle Kreuzungsabschnitte in einem zylindrischen Bereich angeordnet werden, der doppelt so dick ist wie jedes der Leitersegmente 201-206 an den gegenüberliegenden Enden des Statorkerns.

Danach werden die Verbindungs enden 22b der ersten, zweiten und dritten Halbphasenwicklungen 201a, 202a und 203a jeweils mit dem Verbindungs ende 22b der vierten, fünften und sechsten Halbphasenwicklung 204a, 205a und 206a verschweißt, welche sich in die Richtung ausdehnen, die gegenüberliegend zu den ersten, zweiten und dritten Halbphasenwicklungen 201a, 202a und 203a ist. Nachfolgend werden die Anfangsenden der zweiten, vierten und sechsten Halbphasenwicklungen 202a, 204a und 206a miteinander verschweißt, um einen Nullpunkt bzw. Sternpunkt auszubilden, womit eine dreiphasige Statorwicklung komplettiert wird, die zwei Spulen in jeder Nut aufweist. Eine dreiphasige Statorwicklung, die vier Spulen in jeder Nut aufweist, kann ausgebildet werden, wenn die sechs Halbphasenwicklungen, die in **Fig. 16** gezeigt sind, gestreckt bzw. verlängert werden, um sechs Reihen von den Wellenspuleneinheiten oder zwölf Reihen von Nut- und geneigten Kreuzungsabschnitten 21 und 22 zu erhalten.

Die Statorwicklung wird in der gleichen Art und Weise, wie unter Bezugnahme auf die Fig. 11-13 oder die Fig. 14 und 15 vorhergehend beschrieben worden ist, in einem Statorkern angeordnet.

In der vorhergehenden Beschreibung der vorliegenden Erfindung ist diese unter Bezugnahme auf ihre bestimmten Ausführungsformen offenbart worden. Es ist jedoch offensichtlich, daß verschiedene Abänderungen und Abwandlungen zu den bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gemacht werden können, ohne von dem breiteren Gedanken oder Umfang der Erfindung, wie er in den beigefügten Ansprüchen dargelegt ist, abzuweichen. Dementsprechend ist die Beschreibung der vorliegenden Erfindung in diesem Dokument mehr in einem beschreibenden als in einem beschränkenden Sinn aufzufassen. 15

Patentansprüche

1. Drehstrommaschine mit einem Statorkern (1), der eine Vielzahl von Nuten (10) aufweist, mit einer mehrphasigen Statorwicklung (2), die aus einer Vielzahl von wellengewickelten Phasenwicklungen aufgebaut ist, und mit einem Rotor (5), der eine Vielzahl von magnetischen Polen aufweist, wobei jede der wellengewickelten Phasenwicklungen (2a, 2b, 2c) ein Paar von Halbphasenwicklungen (201a-206a) aufweist, die um eine Polteilung auseinander liegen, jede der Halbphasenwicklungen (201a-206a) einen Anfangsabschnitt (23-28), eine Vielzahl von in Serie geschalteten Wellenspuleinheiten und ein Verbindungsende (22b), das mit dem gleichen (22b) des anderen Paars der Halbphasenwicklung (201a-206a) verbunden ist, aufweist, jede der Vielzahl von in Serie geschalteten Wellenspuleinheiten ein Paar paralleler in der Nut verlaufender Abschnitte (21) und ein Paar geneigter Kreuzungsabschnitte (22) aufweist, von denen jeder einen U-förmigen, flach gefalteten Abschnitt (22a) aufweist, und das Paar der Halbleiterphasenwicklungen (201a-206a) in dem Statorkern (1) angebracht ist, um sich in radialer Richtung derart zu stapeln, das ein in der Nut verlaufender Abschnitt (21) in einer Nut (10) auf dem anderen liegt und ein Kreuzungsabschnitt (22) sich von einer Nut (10) in dem gleichen zylindrischen Bereich wie ein anderer Kreuzungsabschnitt (22) der nächsten Nut (10) ausdehnt. 35
2. Drehstrommaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der in der Nut verlaufenden Abschnitte (21) einen rechteckigen Querschnitt aufweist, der dünnere Radialseiten als Umfangsseiten aufweist. 50
3. Drehstrommaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mehrphasige Statorwicklung (2) eine dreiphasige Statorwicklung ist. 55
4. Drehstrommaschine nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die Faltungsrichtung jedes der U-förmigen flach gefalteten Abschnitte (22a) einer Halbphasenwicklung (201a-206a) dieselbe ist. 55
5. Drehstrommaschine nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Halbphasenwicklungen (201a-206a) eine Vielzahl von in Serie geschalteten Einschichtwicklungseinheiten aufweist, von denen jede dieselbe Zahl an Wellenspuleinheiten aufweist, wie die magnetischen Pole. 60
6. Drehstrommaschine nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungsabschnitt eine Hälfte des letzten Kreuzungsabschnitts (22) jeder der Halbphasenwicklungen (201a-206a)

umfaßt.

7. Drehstrommaschine nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß eine der in Serie geschalteten Einschichtwicklungseinheiten mit einer anderen über einen der U-förmigen flach gefalteten Abschnitte (22a) verbunden ist, dessen Faltrichtung zu den anderen unterschiedlich ist. 8
8. Drehstrommaschine nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Hälfte der Anfangsenden (26, 27, 28) der Halbphasenwicklungen (201a-206a) zusammengeschlossen ist, um einen Sternpunkt auszubilden. 9
9. Drehstrommaschine nach einem Ansprache 1-8, dadurch gekennzeichnet, daß die Statorwicklung (2) versiegelt ist. 10
10. Drehstrommaschine nach einem der Ansprüche 1-9, dadurch gekennzeichnet, daß der Statorkern (1) aus einer Vielzahl von in Umfangsrichtung getrennten Kernteilstücken (11) aufgebaut ist, um jede der Nuten (10) zwischen zwei benachbarten Kernteilstücken (11) auszubilden. 11
11. Drehstrommaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Kernteilstücke (11) eine Kontaktobерfläche (11b) aufweist, die sich radial und in Umfangsrichtung von einer Nutoberfläche zu einem äußeren Abschnitt eines benachbarten der Kernteilstücke (11) zurück zur entsprechenden Nutoberfläche ausdehnt. 12
12. Verfahren zur Herstellung einer Drehstrommaschine mit einem Statorkern (1), der eine Vielzahl von Nuten (10) aufweist, und einem Rotor (5), der eine Vielzahl von magnetischen Polen aufweist, wobei das Verfahren durch die folgenden Schritte gekennzeichnet ist:
 - a) Ausbilden eines Leiterteils in einem Reihenleiter mit einer Vielzahl an Sätzen gerader, in der Nut verlaufender Abschnitte (21) und geneigter Kreuzungsabschnitte (22);
 - b) Anordnen einer Vielzahl der Serienleiter (201-206) parallel an Nutteilungen;
 - c) zuerst, Zurückfalten eines der Kreuzungsabschnitte (22) jedes der Serienleiter (201-206) in einer Richtung an seiner Mitte;
 - d) darauf, Zurückfalten eines der Kreuzungsabschnitte (22) jedes der Serienleiter (201-206) in der gleichen Richtung an seiner Mitte;
 - e) Wiederholen von Schritt (d), um eine Vielzahl von Halbphasenwicklungen (201a-206a) auszubilden;
 - f) Verbinden jedes Endes eines Paars der Halbphasenwicklungen (201a-206a), um Phasenwicklungen (2a, 2b, 2c) auszubilden;
 - g) Einlegen der in der Nut verlaufenden Abschnitte (21) einer Vielzahl von Phasenwicklungen (2a, 2b, 2c) in vorgeschriebenen Nuten (10), so daß die Nutabschnitte (21) eines der Paare von Halbphasenwicklungen (201a-206a) auf den Nutabschnitten (21) des anderes Paars von Halbphasenwicklungen (201a-206a) zu liegen kommen. 13
 13. Verfahren zur Herstellung einer Drehstrommaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite der Vielzahl von Halbphasenwicklungen (201a-206a) um die erste der Vielzahl von Halbphasenwicklungen (201a-206a) verdrillt wird, so daß alle in der Nut verlaufenden Abschnitte (21) und die Kreuzungsabschnitte (22) an den einander gegenüberliegenden Enden des Statorkerns in einem zylindrischen Bereich angeordnet werden können, der eine Dicke von

ungefähr der doppelten Dicke des Leitereils aufweist.

14. Verfahren zur Herstellung einer Drehstrommaschine nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Leitereil ein Draht ist.

15. Verfahren zur Herstellung einer Drehstrommaschine nach einem der Ansprüche 12–14, dadurch gekennzeichnet, daß die Vielzahl der Phasenwicklungen (2a, 2b, 2c) mit einem Isolationsmaterial beschichtet wird, bevor sie in die Nuten (10) eingelegt wird.

16. Verfahren zur Herstellung einer Drehstrommaschine nach einem der Ansprüche 12–15, dadurch gekennzeichnet, daß die Vielzahl von Phasenwicklungen zur Anpassung an den Außenumfang des Statorkerns geformt ist.

5

10

15

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

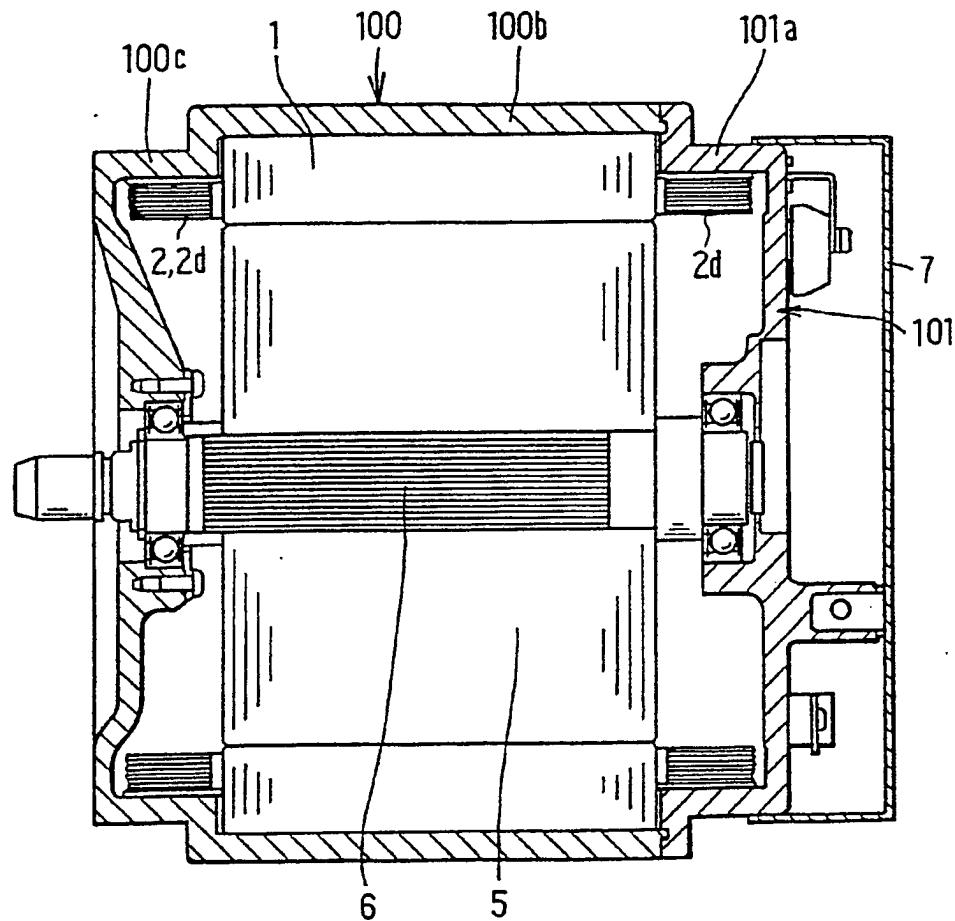
55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1



902 047/732

FIG. 2

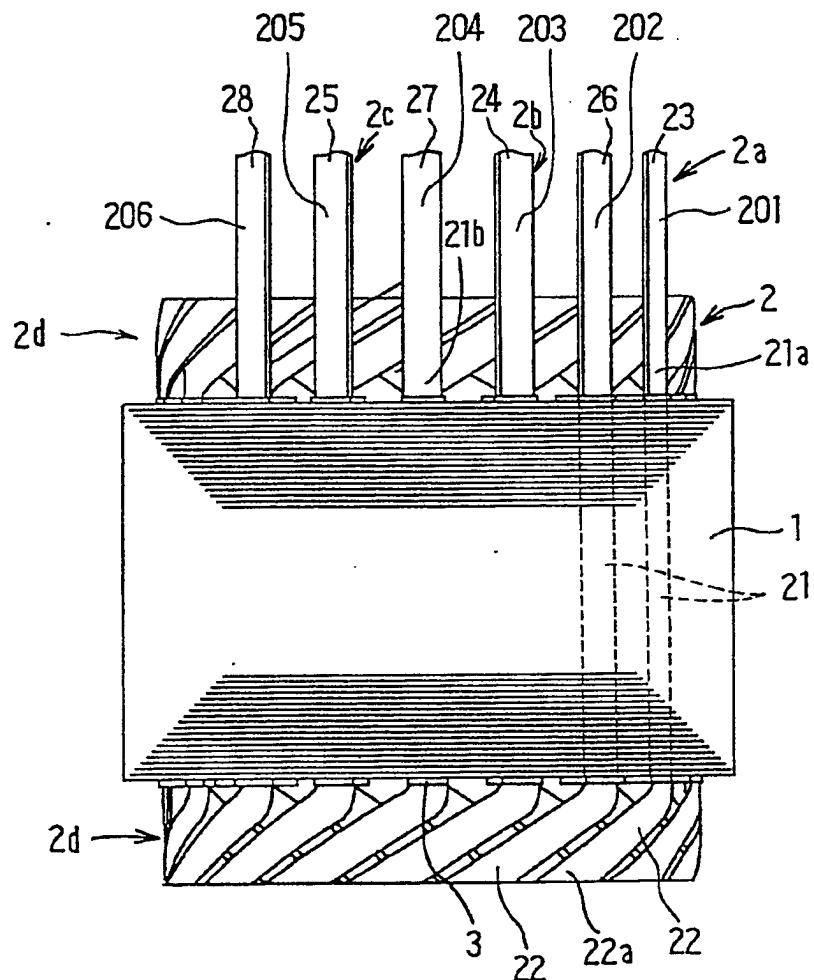
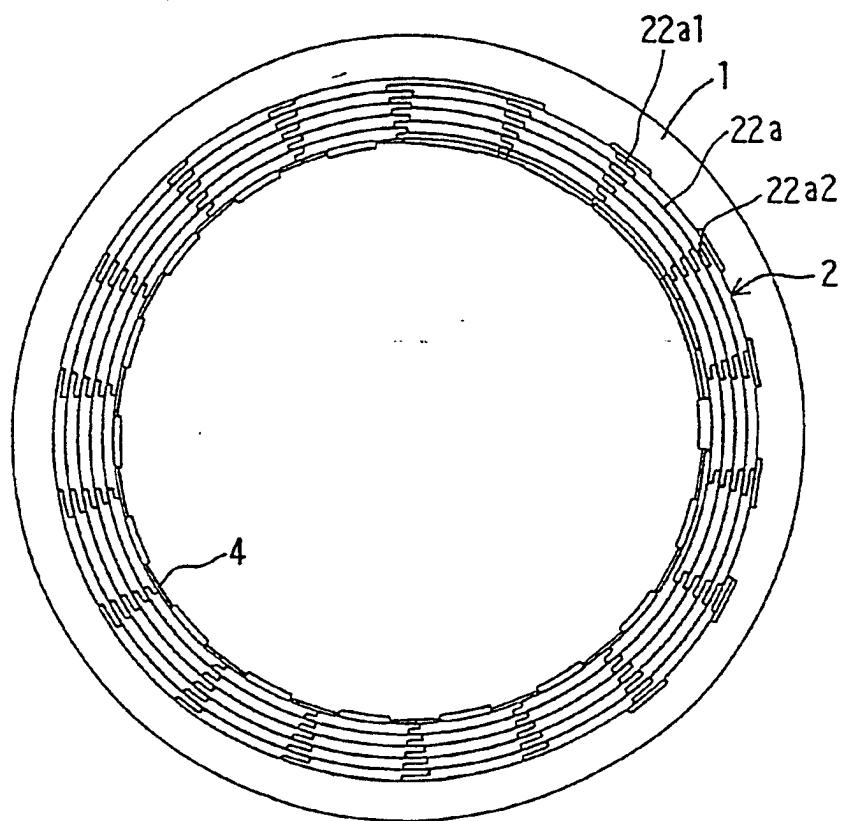
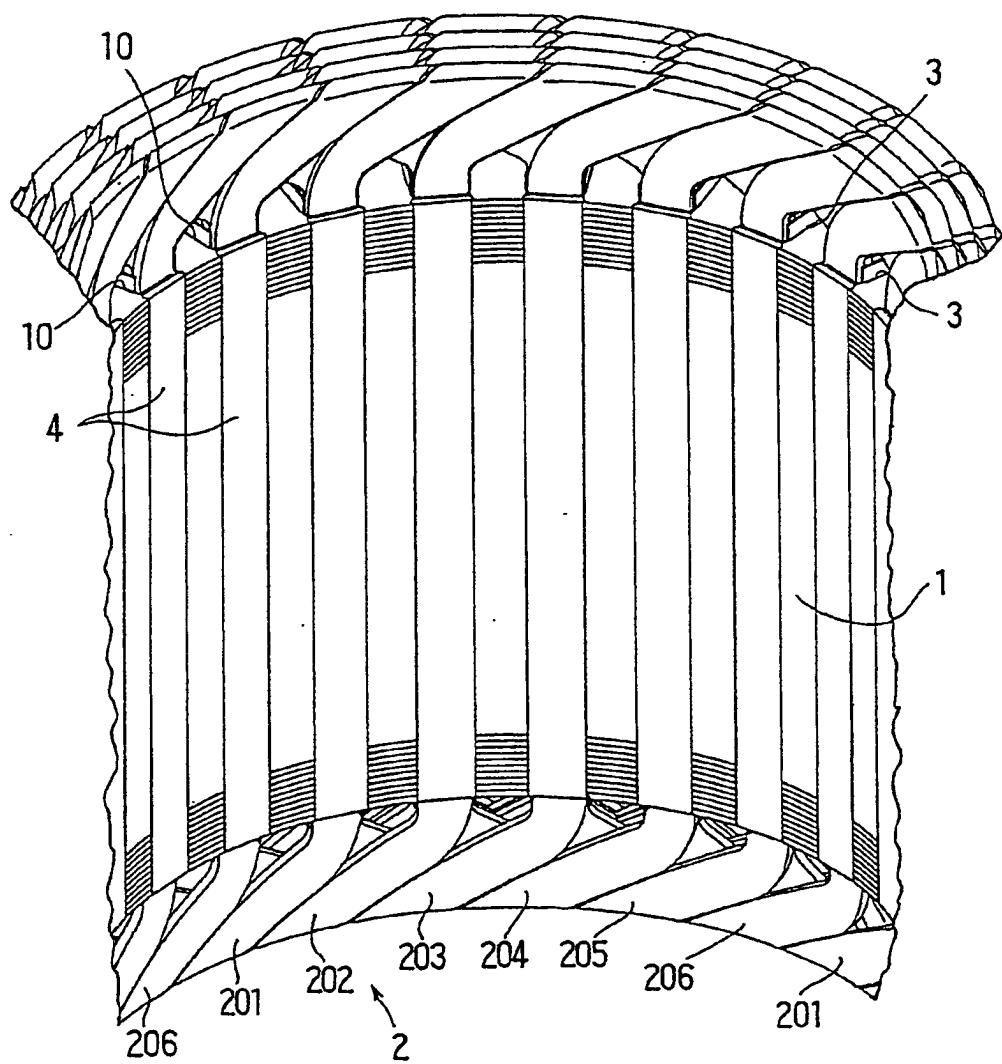


FIG. 3



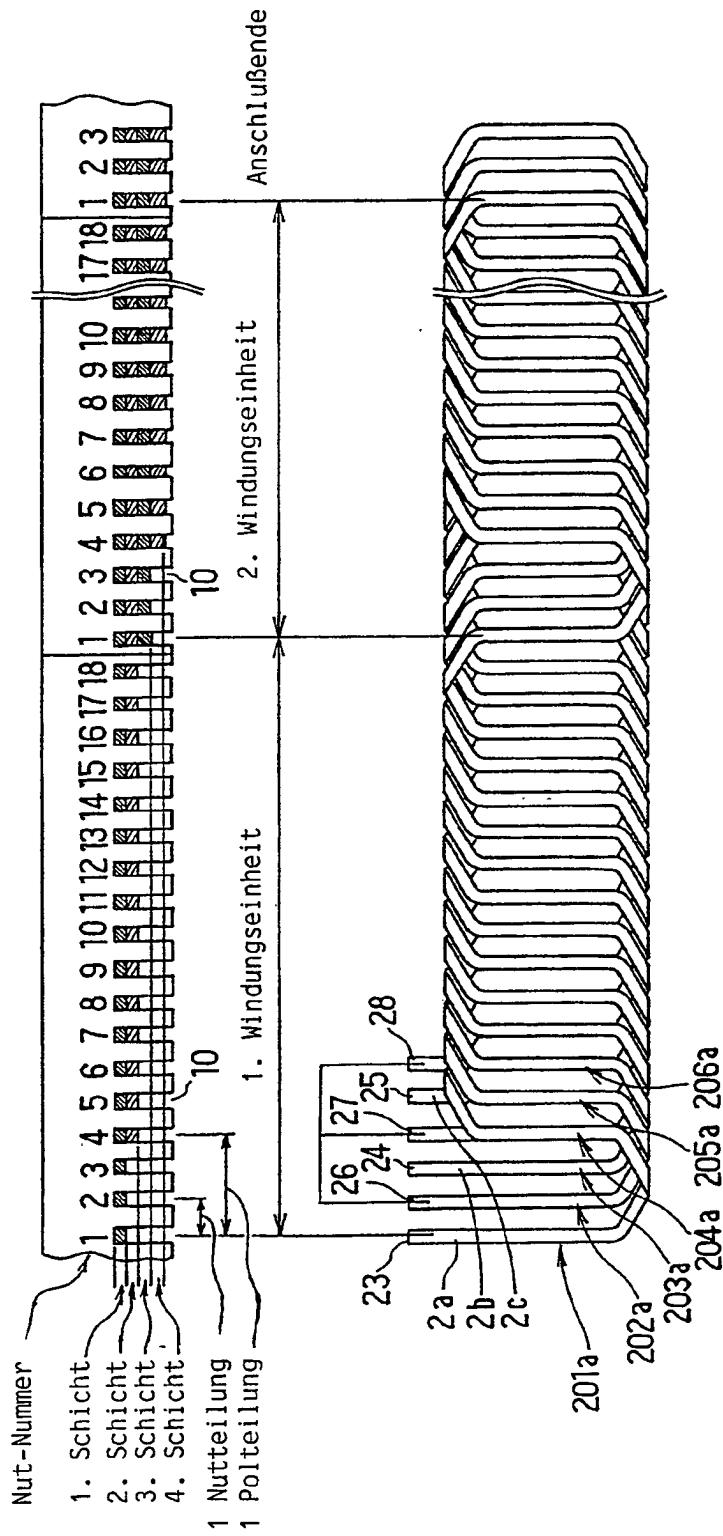
902 047/732

FIG. 4



902 047/732

FIG. 5



902 047/732

FIG. 6

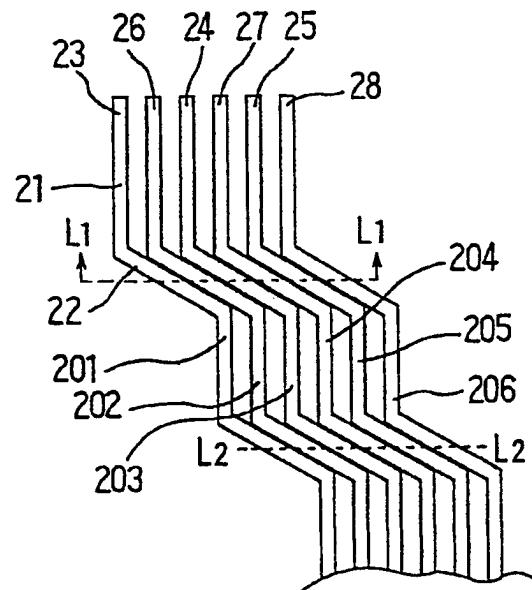


FIG. 7

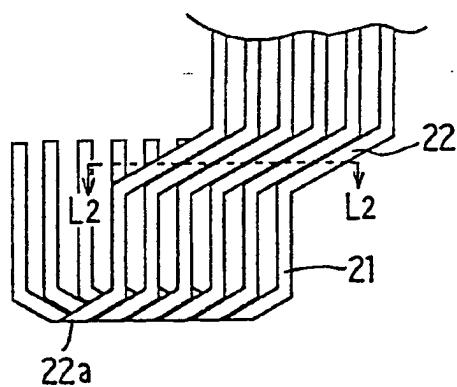


FIG. 8

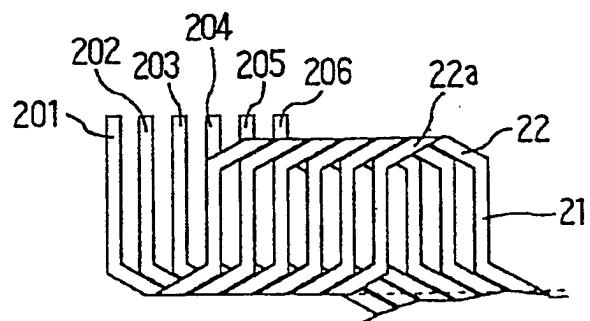


FIG. 9

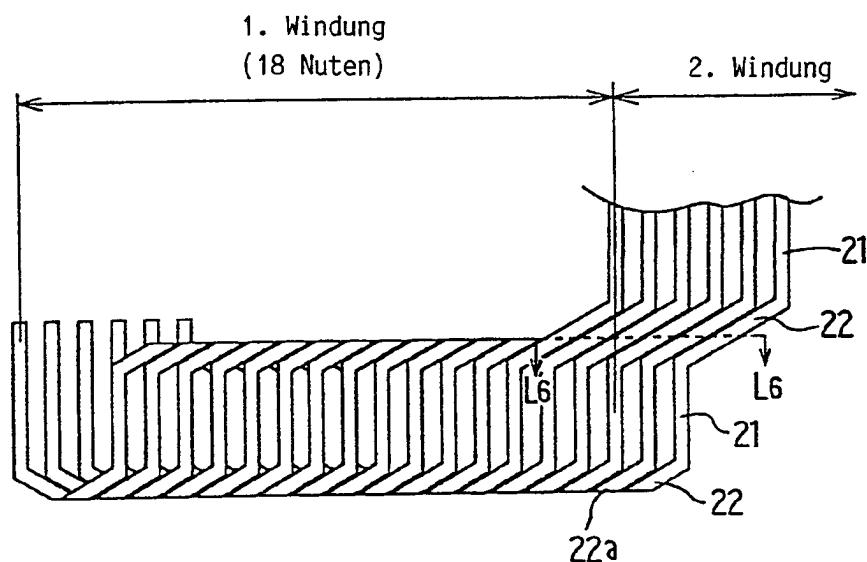


FIG. 10

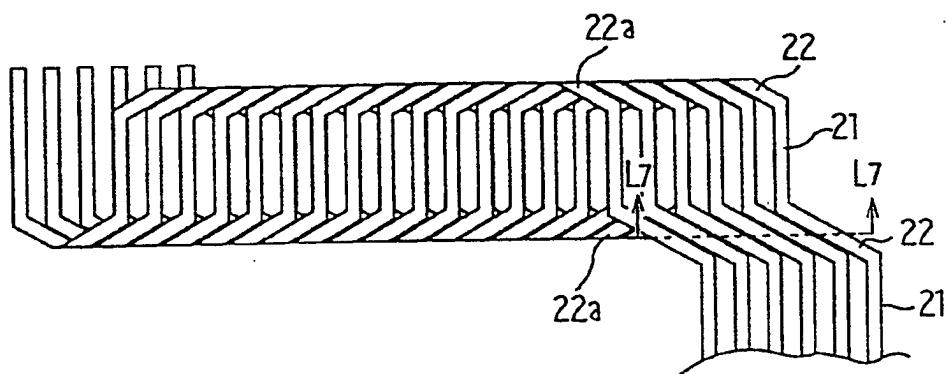


FIG. 11

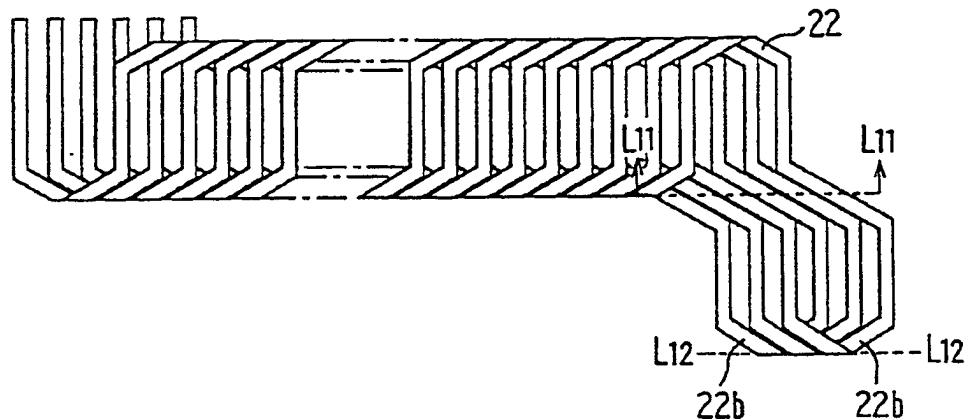


FIG. 12

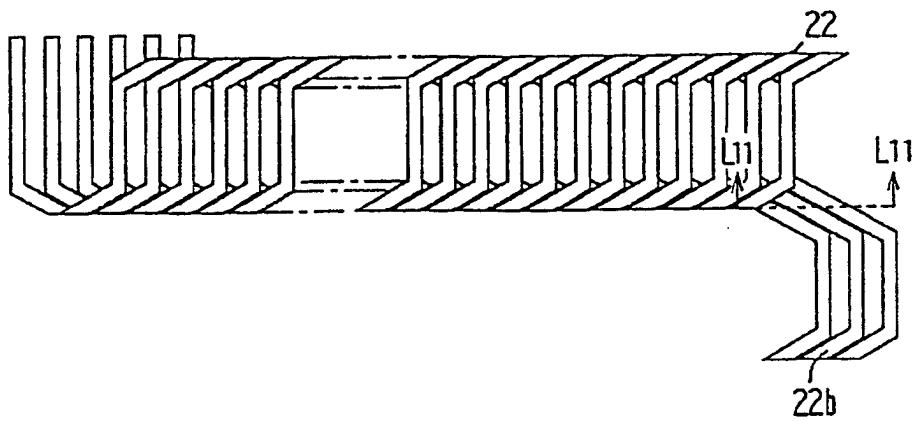
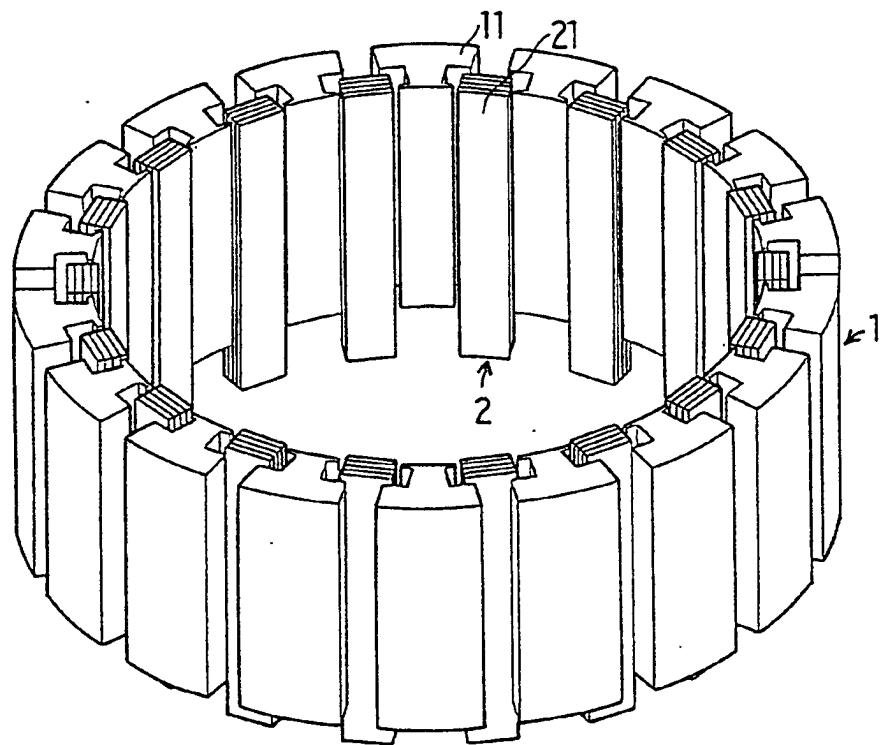


FIG. 13



902 047/732

FIG. 14

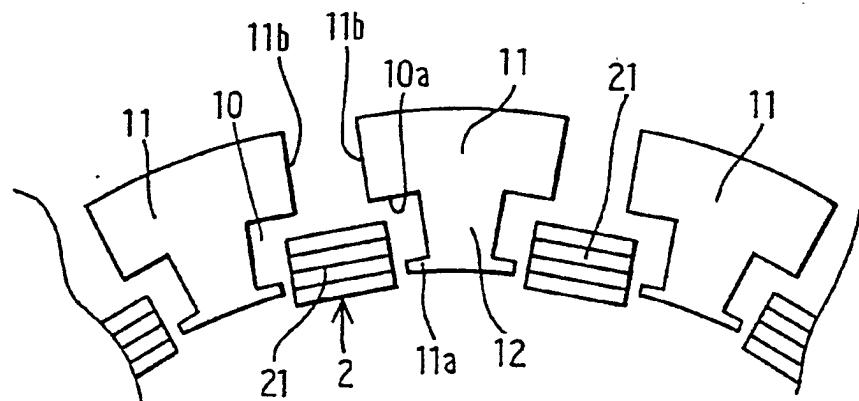


FIG. 15

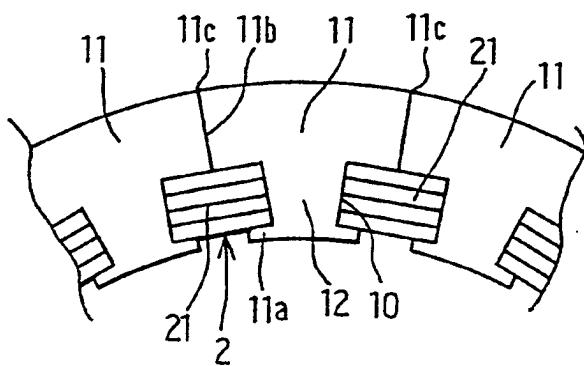


FIG. 16

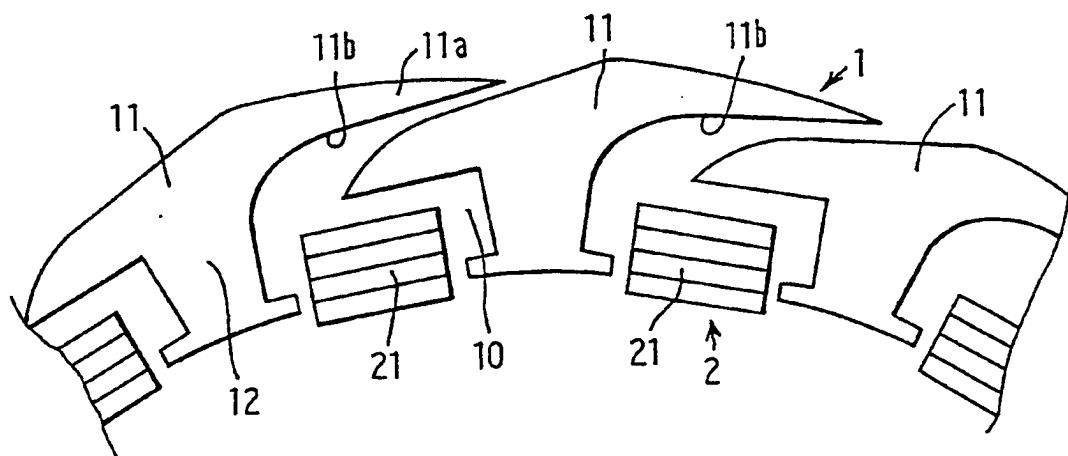


FIG. 17

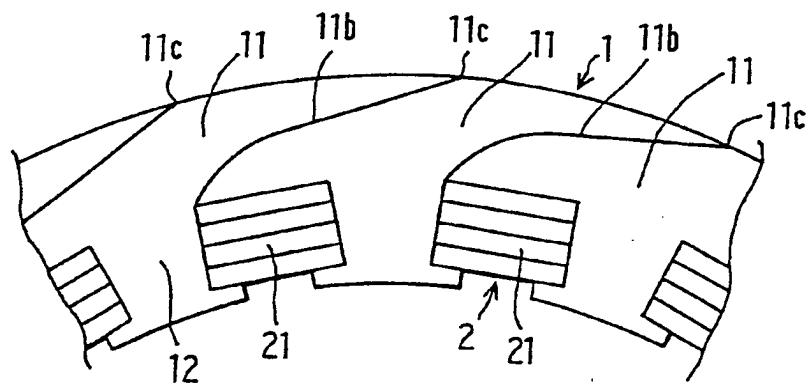


FIG. 18

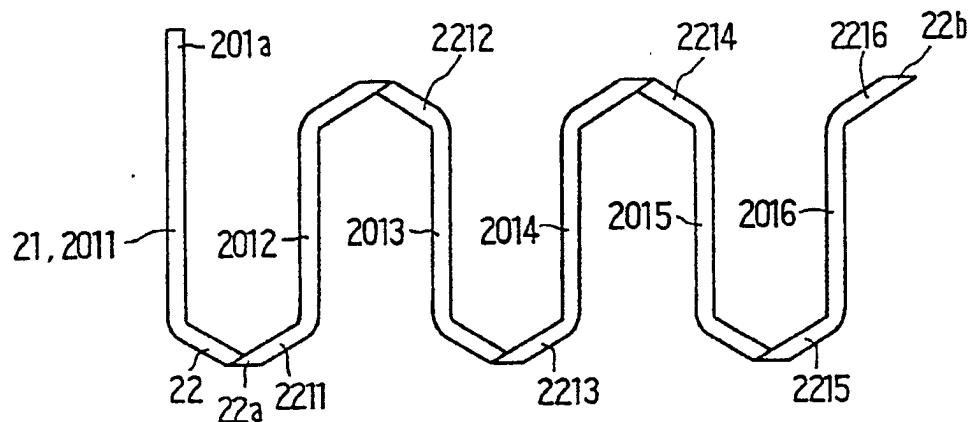


FIG. 19

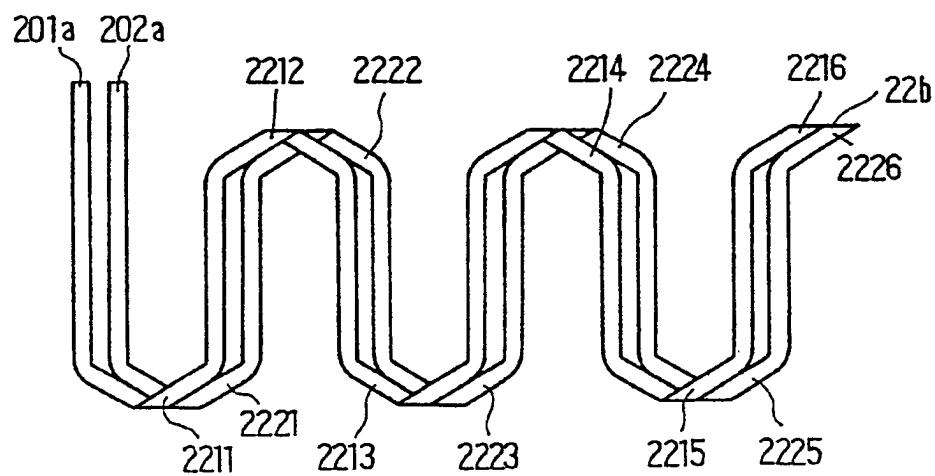


FIG. 20

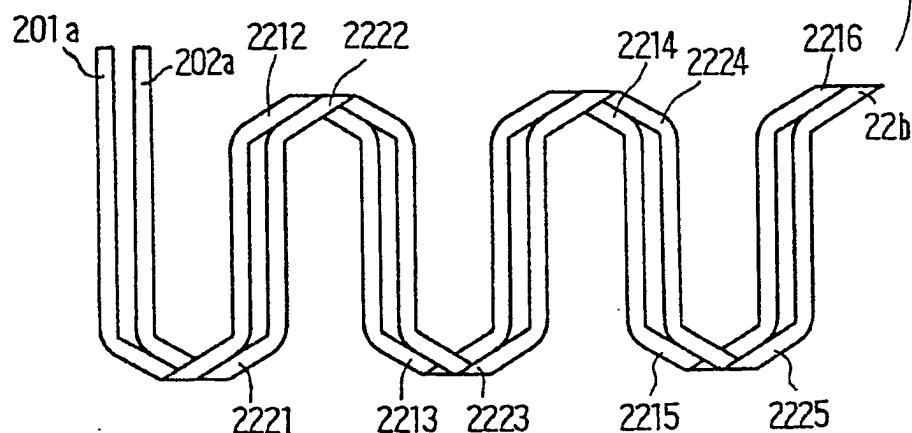


FIG. 21

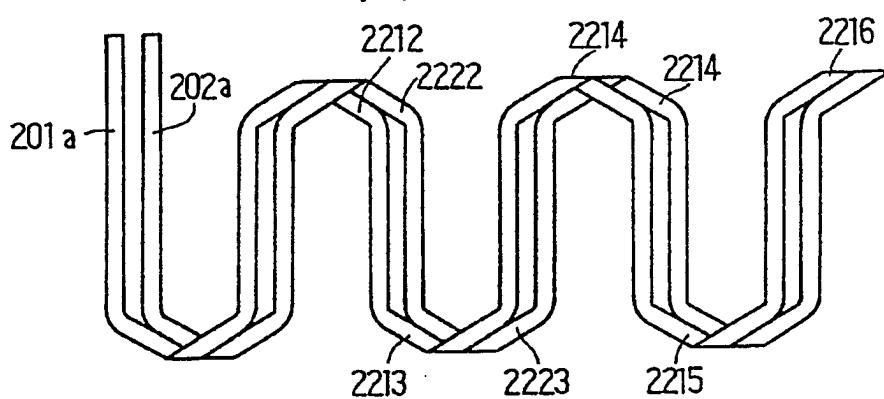


FIG. 22

